

Steuereinrichtung für ein Ventil, insbesondere ein Gaswechselventil eines Verbrennungsmotors

Die Erfindung betrifft eine Steuereinrichtung zur Betätigung mindestens eines Ventiles, insbesondere eines Gaswechselventiles eines Verbrennungsmotors, bei der die Ventilhubbewegung des mindestens einen Ventiles durch eine Überlagerung mindestens zweier synchron drehender, mechanisch auf ein Hubbetätigungselement einwirkender Nockenprofile, nämlich eines ersten Nockenprofiles und eines zweiten Nockenprofiles erzeugt und durch Phasenverschiebung zwischen diesen beiden Nockenprofilen verändert werden kann.

Eine solche Einrichtung ist in der älteren Patentanmeldung PCT/DE 2004/000079 beschrieben. Mit den dort eingesetzten Nockenprofilen ist es allerdings lediglich möglich, eine Ventilhubbewegung mit nur einer einzigen Ventilerhebungskurve zu erzeugen und diese in Form und Verlauf nahezu beliebig durch entsprechende Profilformen und gegenseitiges Phasenverschieben der beiden auf ein gemeinsames Hubbetätigungselement einwirkenden Nockenprofile zu variieren.

Aus DE 197 33 322 A1 ist eine Ventil-Steuereinheit bekannt, bei der durch die Verwendung zweier getrennt rotierender und in der Rotation phasenverschiebbarer Nockenprofile zu einer Haupt-Ventilerhebungskurve auch eine Zusatz-Ventilerhebungskurve erzeugbar ist. Bei dieser mechanisch arbeitenden Steuereinrichtung ist keine Veränderbarkeit der Haupt-Ventilerhebungskurve möglich. Gleichzeitig ist die Zusatz-Ventilerhebungskurve durch die Geometrie der Nockenwelle vorgegeben und kann nicht stufenlos variabel gestaltet werden. Die Zusatz-Ventilerhebung wird dort durch ein Nockenprofil erzeugt, das während der Haupt-Ventilerhebung eines Ventils keinen Kontakt zu dem Hubbetätigungselement besitzt und erst in einem Grundkreisbereich des die Haupt-Ventilerhebungskurve erzeugenden Nockenprofiles aus dessen Aktionsbereich herausragen kann.

Um Zusatz-Ventilerhebungen neben einer Ventil-Haupterhebung erzielen zu können, sind hydraulisch/mechanisch arbeitende Kombinationseinrichtungen aus beispielsweise WO 00/31385 bekannt. Mit jenen Einrichtungen ist es möglich, verschiedenartige Zusatz-Ventilerhebungskurven zu einer Haupt-Ventilerhebungskurve zu erzeugen. Jene kombiniert mechanisch/hydraulisch arbeitende Einrichtung besitzt einen äußerst komplizierten Aufbau mit einer Vielzahl an Funktionselementen und einer damit verbundenen hohen Störanfälligkeit.

Die Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, die Steuereinrichtung nach der eingangs erwähnten älteren Patentanmel-

dung PCT/DE 2004/000079 zu einer Einrichtung mit mindestens den Möglichkeiten der mechanisch/hydraulisch arbeitenden Steuereinrichtung nach WO 00/31385 auszubilden. Die erfindungsgemäß zu schaffende Einrichtung soll beispielsweise einsetzbar sein für den Bremsbetrieb eines Verbrennungsmotors eines Kraftfahrzeuges sowie ebenfalls bei einem Fahrzeug-Verbrennungsmotor für eine interne Motoraufladung durch Frischluft oder Abgas oder zur Darstellung neuer Brennverfahren sowie für eine interne Abgasrückführung bei wiederum den vorgenannten Verbrennungsmotoren. In all diesen Anwendungsbereichen muss eine Ventilsteuereinrichtung dazu in der Lage sein, zu einem Haupt-Ventilhub mit Bezug auf eine volle Umdrehung eines Nockenprofiles bestimmte Zusatzventilerhebungen erzeugen zu können.

Gelöst wird dieses Problem durch eine Steuereinrichtung mit sämtlichen Merkmalen des Patentanspruchs.

Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, bei einer Steuereinrichtung, bei der die Hubbewegung eines Ventils durch ein Hubbetätigungselement erzeugt wird, auf das mindestens zwei synchron zueinander drehende Nockenprofile gemeinsam für eine Überlagerung der Nockenprofilkurven einwirken, die Nockenprofile derart mit sich an dem Hubbetätigungselement bezüglich dessen Bewegung überlagernden Profilkurven zu versehen, dass je Nockenprofilumdrehung neben einer für die Hubbewegung maßgebenden Haupt-Ventilerhebungskurve zusätzliche Ventilerhebungskurven beliebiger Form sowie Zuordnung untereinander und gegenüber

der Haupterhebungskurve generierbar sind. Damit ist es möglich, ausgehend von gewünschten Ventilerhebungskurven entsprechende Nockenprofilformen zu generieren und zwar durch entsprechende, übliche rechnerische Generierungsverfahren.

Beispiele hierzu, an denen die Erfindung noch näher erläutert wird, werden nachstehend anhand gezeichneter Ausführungsbeispiele erläutert.

In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1        ein Beispiel einer zur Durchführung der Erfindung geeigneten Steuereinrichtung,
- Fig. 2        zwei synchron drehende, zur gemeinsamen Betätigung eines Hubbetätigungselementes bestimmte Nockenprofile (Teil b, Teil c) mit einer Darstellung der sich an dem Hubbetätigungselement überlagernden Profilkurven dieser beiden Nockenprofile (Teil d) in einer Phasenstellung  $P_0$  sowie der durch diese Nockenprofile mit Bezug auf die Ventilhubbewegung erzielbaren Ventilerhebungskurve mit einer Haupt-Ventilerhebungskurve (HV) und einer Zusatz-Ventilerhebungskurve (ZV) (Teil a),
- Fig. 3        eine aus der Fig. 2 abgeleitete gleiche Darstellung für gegeneinander phasenverschobene Nocken-

profile bei einer ersten Phasenverschiebung um einen Wert P1,

Fig. 4 eine aus der Fig. 2 abgeleitete gleiche Darstellung für gegeneinander phasenverschobene Nockenprofile bei einer zweiten Phasenverschiebung um einen Wert P2,

Fig. 5 eine Darstellung wie in den Fig. 2 bis 4 für andersartig geformte Nockenprofile mit jeweils in der gleichen Zeichnung dargestellten unterschiedlichen Phasenverschiebungspositionen zwischen den beiden Nockenprofilen,

Fig. 6 eine mit der Fig. 5 übereinstimmende Darstellungsweise für anders geformte Nockenprofile,

Fig. 7 eine mit den Fig. 5, 6 übereinstimmende Darstellungsweise für weitere unterschiedliche Nockenprofilformen.

Fig. 8 eine mit den Fig. 5, 6 und 7 übereinstimmende Darstellungsweise für weitere unterschiedliche Nockenprofilformen.

Ventilsteuereinrichtung nach Fig. 1:

Zwei synchron drehende und gegeneinander phasenverstellbare Nockenwellen mit einem ersten und zweiten Nockenprofil 1 bzw. 2 betätigen ein als einen Hebel mit zwei Kontaktrollen gestaltetes Zwischenelement in der Form eines Hubbetätigungselementes 4, welches den resultierenden Verstellweg über eine Lagerachse auf einen Kraftübertragungs-Hebel 5 überträgt, der über eine Spielausgleichsvorrichtung 9 ein Ventil betätigt. Durch die Kraft der Spielausgleichsvorrichtung 9 wird der Hebel 5 bei geschlossenem Ventil 6 gegen einen Anschlag 8 gedrückt. Eine Feder 7 stellt sicher, dass das Hubbetätigungselement 4 immer über eine Kontaktrolle am Nockenprofil 1 anliegt. Die Phasenlage der beiden Nockenprofile 1 und 2 ist gegeneinander veränderbar.

Die mit den in Fig. 2b und Fig. 2c gezeichneten Formen der Nockenprofile 1 und 2 erreichbaren Ventilbewegungen werden anhand der Darstellungen in den Fig. 2a bis Fig. 4a erläutert.

Fig. 2b und Fig. 2c zeigen die beiden synchron drehenden Nockenprofile 1 und 2 im Querschnitt.

Diese beiden Nockenprofile 1, 2 besitzen eine Grundform für die Erzeugung einer Ventil-Hubbewegung nach einer Haupt-Ventilerhebungskurve und eine überlagerte Form für die Erzeugung einer Zusatz-Hubbewegung nach einer Zusatz-Ventilerhebungskurve. Diese Zusatzformen in den Nockenprofilen 1 und 2 sind in der Fig. 2b in dem ersten Nockenprofil 1 mit 1' und in der Fig. 2c in dem zweiten Nockenprofil 2 mit

2' eingetragen. Diese beiden Nockenerhebungen 1', 2' sind für eine gegenseitige Überlagerung mit einer daraus resultierenden Beaufschlagung des Hubbetätigungselementes 4 nach beispielsweise Fig. 1 ausgelegt. Die Profilkurven der Nockenprofile 1 und 2 sind gemeinsam für eine Nockenprofilumdrehung in Fig. 2d wiedergegeben und entsprechend mit 1 und 2 bezeichnet bei einer Phasenstellung  $P_0$  der Nockenprofile entsprechend der Angabe in Fig. 2c.

Die Überlagerung dieser beiden Nockenprofilverläufe erzeugt an dem zu betätigenden Ventil mit Bezug auf eine volle Umdrehung der Nockenprofile 1, 2 eine Ventilerhebungskurve, die sich zusammensetzt aus einer Haupt-Ventilerhebungskurve HV und einer Zusatz-Ventilerhebungskurve ZV.

In Fig. 2c sind zwei weitere Phasenstellungen  $P_1$  und  $P_2$  des Nockenprofils 2 eingezeichnet, wie diese für die Fig. 3 und Fig. 4 notwendig sind.

Die Fig. 3 und 4 zeigen jeweils eine Phasenverschiebung zwischen den beiden Nockenprofilen 1 und 2 durch jeweils ausschließlich eine Verdrehung des zweiten Nockenprofiles 2 gegenüber dem ersten Nockenprofil 1, und zwar um den Phasenwinkel  $P_1$  in Fig. 3 und den Phasenwinkel  $P_2$  in Fig. 4, durch die entsprechend den Darstellungen in den Fig. 3 und 4 unterschiedliche Zusatz-Ventilerhebungskurven ZV entstehen. Die Phasenverstellung zwischen den beiden Nockenprofilen 1 und 2 ist hier nur beispielhaft durch die Verdrehung des zweiten Nockenprofiles 2 gegenüber dem ersten Nockenprofil 1

dargestellt und kann selbstverständlich auch durch Verdrehung des ersten Nockenprofiles 1 gegenüber dem zweiten Nockenprofil 2 oder durch Verdrehung beider Nockenprofile gleichsinnig oder gegensinnig um gleiche oder unterschiedliche Verstellwinkel realisiert werden. Jede weitere hier nicht erwähnte Verstellmöglichkeit soll für eine erfindungsgemäße Steuereinrichtung anwendbar sein.

Bei den Nockenprofil-Formen nach den Fig. 2 bis 4 wird die Hauptventilerhebung durch - in diesem Beispiel - den Nockenhub des ersten Nockenprofiles 1 sowie den Maximalhubbereich des Nockenprofiles 2 generiert. Dabei ist die Hauptventilerhebung unabhängig von der Phasenlage des zweiten Nockenprofiles 2 gegenüber dem ersten Nockenprofil 1. Bei einer Phasenlage der beiden Nockenprofile 1, 2 zueinander, die in Fig. 2c durch die Stellung  $P_1$  des zweiten Nockenprofiles 2 angegeben ist und Basis für Fig. 3 bildet, heben sich die positive Erhebung 1' des ersten Nockenprofiles und die negativ nach innen gerichtete Ausnehmung 2' in dem zweiten Nockenprofil 2 durch Überlagerung auf, wie dies aus der Fig. 3a ersichtlich ist.

Zu der Überlagerung der Nockenprofile, die jeweils die Ventilerhebungskurven ergeben, ist bezüglich der zeichnerischen Darstellung zu bemerken, dass jeweils zwischen den Darstellungen in den Teilen a bis d sowie zwischen den Profilkurven der Nockenprofile 1 und 2 keine maßstäbliche Übereinstimmung gegeben ist. Dies ergibt sich daraus, dass zwischen den bewegten Ventilen und den bewegungsauslösenden Nockenprofilen



1, 2 eine Übersetzung durch zwischengeschaltete Kraftübertragungselemente erfolgt. Die Darstellungen sollen nur den prinzipiellen Zusammenhang erläutern.

In Fig. 5 sind Nockenprofilformen der beiden Nockenprofile 1, 2 dargestellt, bei denen sich unter Berücksichtigung von insgesamt drei unterschiedlichen Phasenstellungen der beiden Nockenprofile 1, 2 zueinander die in Fig. 5a gezeigten drei Ventilerhebungskurven ergeben, das heißt eine Haupt-Ventilerhebungskurve HV und zwei Zusatz-Ventilerhebungskurven ZV. Die Profilkurven der Nockenprofile 1 und 2 in Fig. 5d ergeben sich aus den entsprechenden Nockenprofilformen aus Fig. 5b und Fig. 5c.

Die Darstellungen in den Fig. 6, 7 und 8 sind in gleicher Weise aufgebaut wie die Darstellung in Fig. 5 und unterscheiden sich gegenüber Fig. 5 lediglich durch unterschiedliche Formen der Nockenprofile 1, 2 sowie daraus resultierender unterschiedlicher Ventilerhebungskurven in Fig. 6a, 7a und Fig. 8a.

Gegenüber den anderen Ventilerhebungskurven weisen diejenigen nach Fig. 6 und Fig. 8 bezüglich der Haupt-Ventilerhebungskurve HV dahingehend eine Besonderheit auf, dass hier auch diese Haupt-Ventilerhebungskurve HV durch entsprechende Nockenprofile 1, 2 und deren Phasenverschiebung gegeneinander verändert wird.

Zu den Nockenprofilformen in der Fig. 6 ist zu bemerken, dass hier die Haupt-Ventilerhebungskurve durch den zunehmenden Nockenhub des ersten Nockenprofiles und den abnehmenden Nockenhub des zweiten Nockenprofiles 2 generiert wird. Die Zusatz-Ventilerhebung wird hier durch den abnehmenden Nockenhub des ersten Nockenprofiles 1 und den zunehmenden Nockenhub des zweiten Nockenprofiles 2 generiert. Bei einer Veränderung der Phasenlage zwischen erstem und zweitem Nockenprofil 1, 2 verändert sich proportional mit der betreffenden Phasenverschiebung die Haupt-Ventilerhebung zusammen mit der zugehörigen Zusatz-Ventilerhebung.

Bei allen Ausführungen nach der vorliegenden Erfindung ist die mit Bezug auf die Beispiele nach Fig. 6 und Fig. 8 beschriebene Art der Generierung der Ventilerhebungskurven durch die beiden Nockenprofile 1, 2 besonders vorteilhaft. Dies bedeutet, dass zur Erzeugung der Haupt-Ventilerhebungskurve grundsätzlich die zu- und abnehmenden Nockenprofilbereiche der beiden Nockenprofile 1 und 2 herangezogen werden können und insbesondere auch sollen.

Alle in der Beschreibung und in den nachfolgenden Ansprüchen dargestellten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Form miteinander erfindungswesentlich sein.

\*\*\*\*\*

### Ansprüche

1. Steuereinrichtung zur Betätigung mindestens eines Ventiles, insbesondere eines Gaswechsel-Ventiles (6) eines Verbrennungsmotors, bei der
  - die Ventilhubbewegung des mindestens einen Ventiles (6) durch eine Überlagerung mindestens zweier synchron drehender, auf ein Hubbetätigungselement (4) einwirkender Nockenprofile, nämlich eines ersten Nockenprofiles (1) und eines zweiten Nockenprofiles (2) erzeugt und durch Phasenverschiebung zwischen diesen beiden Nockenprofilen (1, 2) veränderbar ist,
  - beide Nockenprofile (1, 2) speziell geformte Bereiche aufweisen, durch deren Überlagerung ergänzend zu einer von den beiden Nockenprofilen (1, 2) über jeweils eine volle Umdrehung dieser Nockenprofile (1, 2) erzeugten Haupt-Ventilhubbewegung (Haupt-Ventilerhebungskurve HV) mindestens eine zusätzliche Ventilerhebung (Zusatz-Ventilerhebungskurve ZV) generierbar ist, wobei zumindest diese mindestens eine Zusatz-Ventilerhebungskurve (ZV) durch Phasenverschiebung zwischen den beiden Nockenprofilen (1, 2) in ihrer Form und Zuordnung zu der Haupt-Ventilerhebungskurve (HV) veränderbar ist.

2. Steuereinrichtung nach Anspruch 1 mit mehreren Zusatz-Ventilerhebungskurven (ZV),  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Zusatz-Ventilerhebungskurven (ZV) durch Phasenverschiebung auch in ihrer Zuordnung untereinander veränderbar sind.

3. Steuereinrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass gleichzeitig mit der Zusatz-Ventilerhebungskurve (ZV) auch die Haupt-Ventilerhebungskurve (HV) veränderbar ist.

4. Steuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Haupt-Ventilerhebungskurve (HV) entgegengesetzt zu der Zusatz-Ventilerhebungskurve (ZV) veränderbar ist, d.h.  
dass bei Reduzierung der Haupt-Ventilerhebung eine Vergrößerung der Zusatz-Ventilerhebung erreicht wird und umgekehrt.

5. Steuereinrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Zusatz-Ventilerhebungskurve (ZV) verändert werden kann, während die Haupt-Ventilerhebungskurve (HV) unverändert bleibt.

6. Steuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,

dass die Zusatz-Ventilerhebung bis auf Nullhub verändert werden kann.

7. Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusatz-Ventilerhebung bis auf einen Minimalhub verändert werden kann, der keinen für eine Gasströmung wirksamen Ventilöffnungsquerschnitt ergibt.

8. Steuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusatz-Ventilerhebung durch Phasenverschiebung zwischen den beiden Nockenprofilen (1, 2) bis auf Minimal- bis Nullhub verändert werden kann und bei weiterer Phasenverschiebung in einer geänderten Phasenlage wieder auftritt (Fig. 7).

9. Steuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass diese Einrichtung im Motorbetrieb auslass- und / oder einlassseitig zur internen Abgasrückführung verwendet wird.

10. Steuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass diese Einrichtung im Motorbetrieb auslassseitig zur Dekompression (Motorbremsbetrieb) verwendet wird.

11. Steuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass diese Einrichtung im Motorbetrieb auslassseitig zur internen Aufladung verwendet wird.

12. Steuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass diese Einrichtung im Motorbetrieb auslass- und / oder einlassseitig zur Realisierung neuer Brennverfahren verwendet wird.

13. Steuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass mehrere Zusatz-Ventilerhebungskurven (ZV) abhängig von der Phasenverschiebung zwischen den beiden Nockenprofilen (1, 2) generiert und gleichsinnig oder unterschiedlich verändert werden können.

14. Steuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass mit dieser zwischen Motorbetrieb, Motorbetrieb mit innerer Abgasrückführung und Motorbremsbetrieb umgeschaltet werden kann.

\*\*\*\*\*

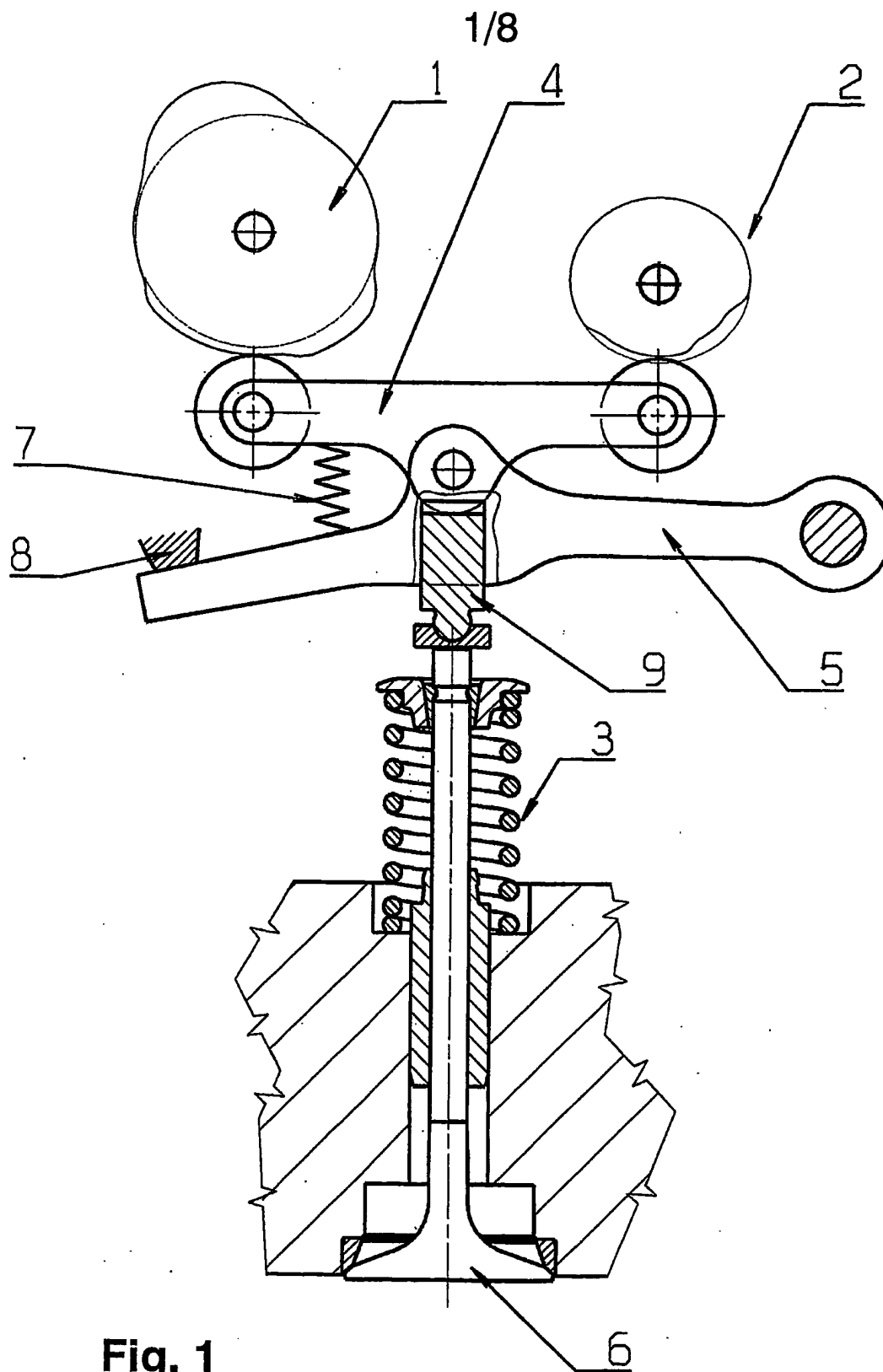
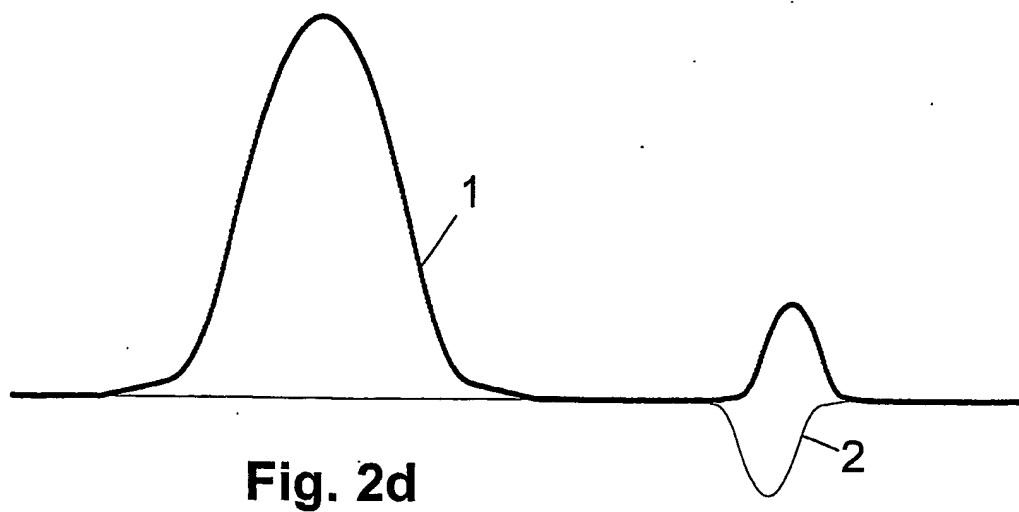
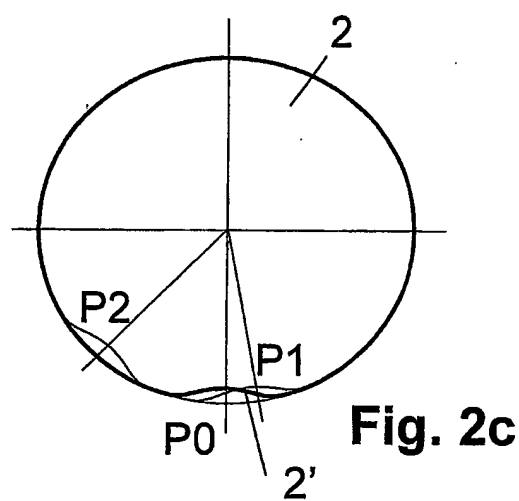
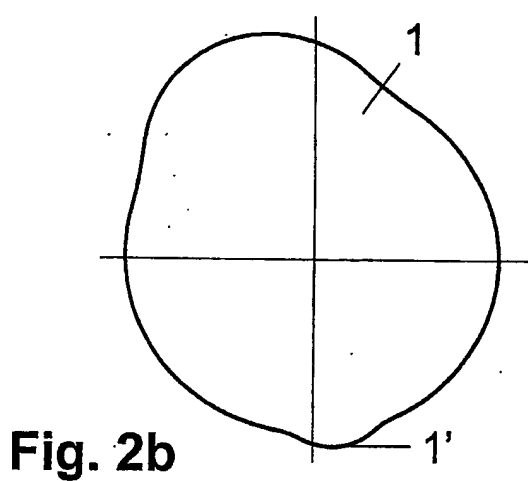
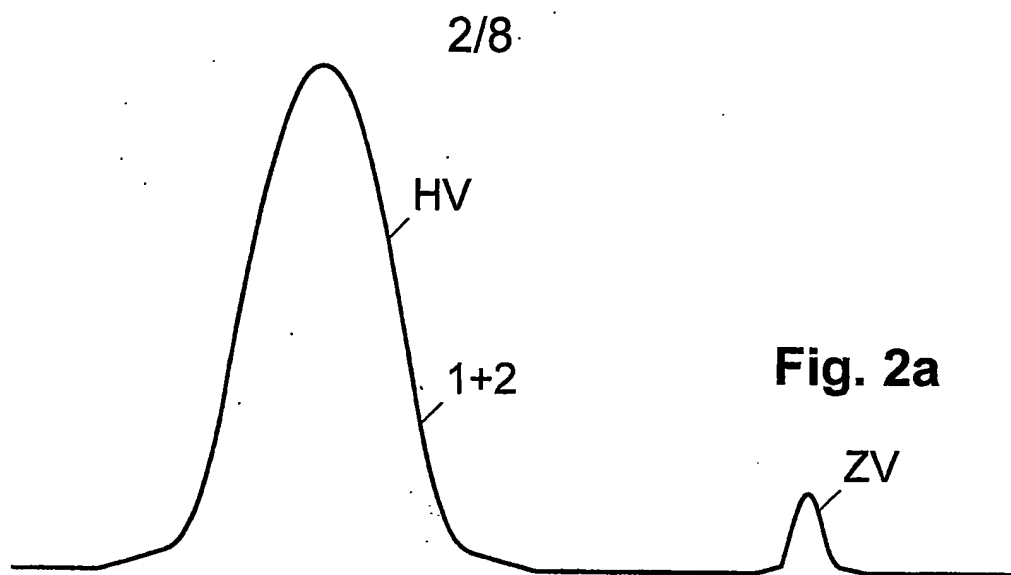
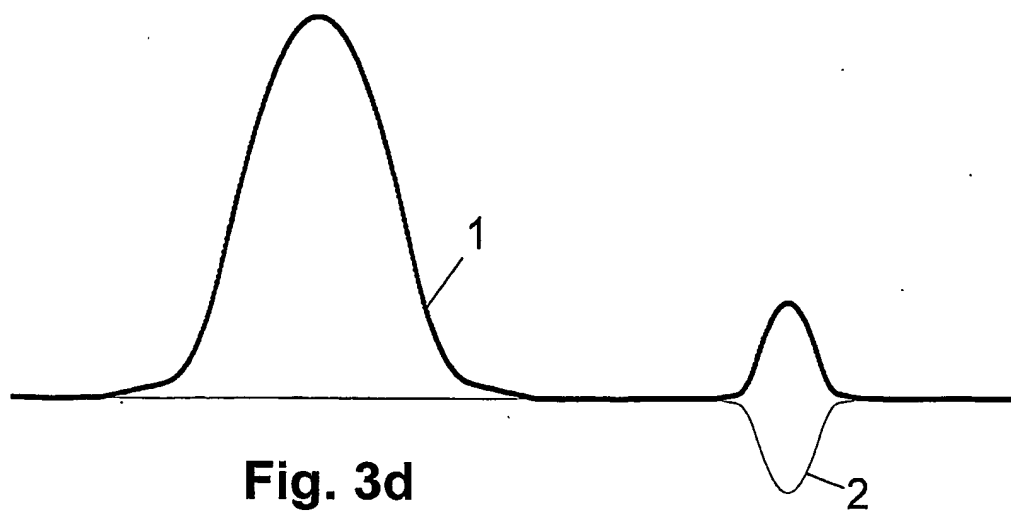
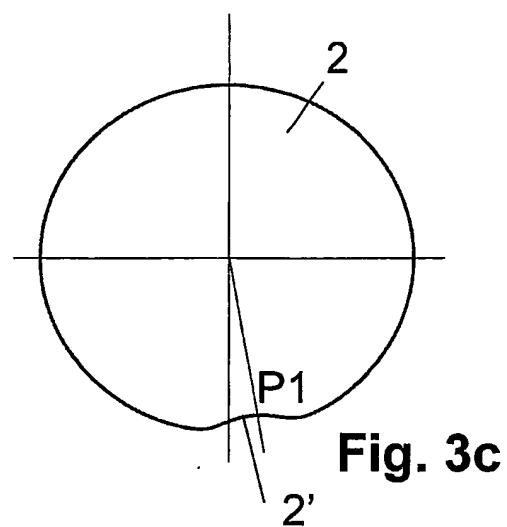
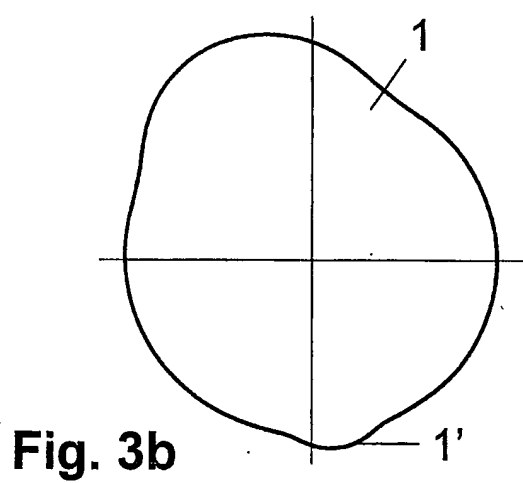
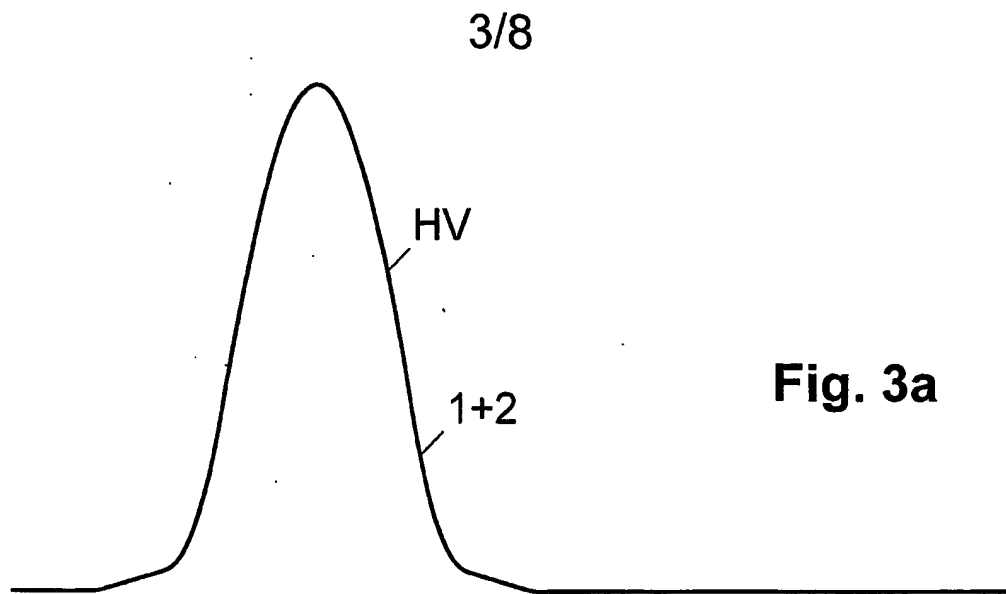


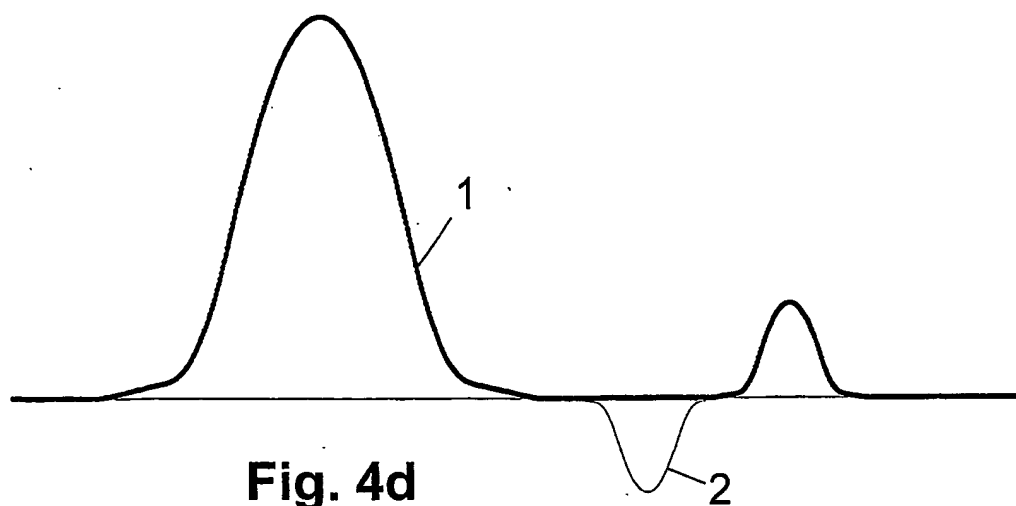
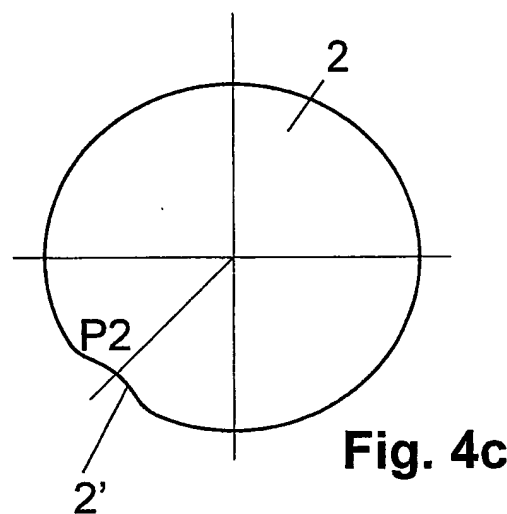
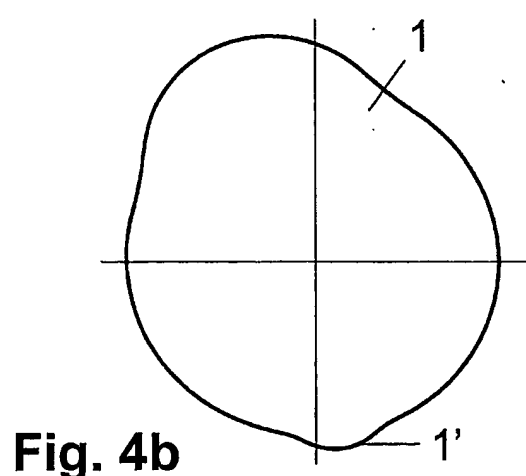
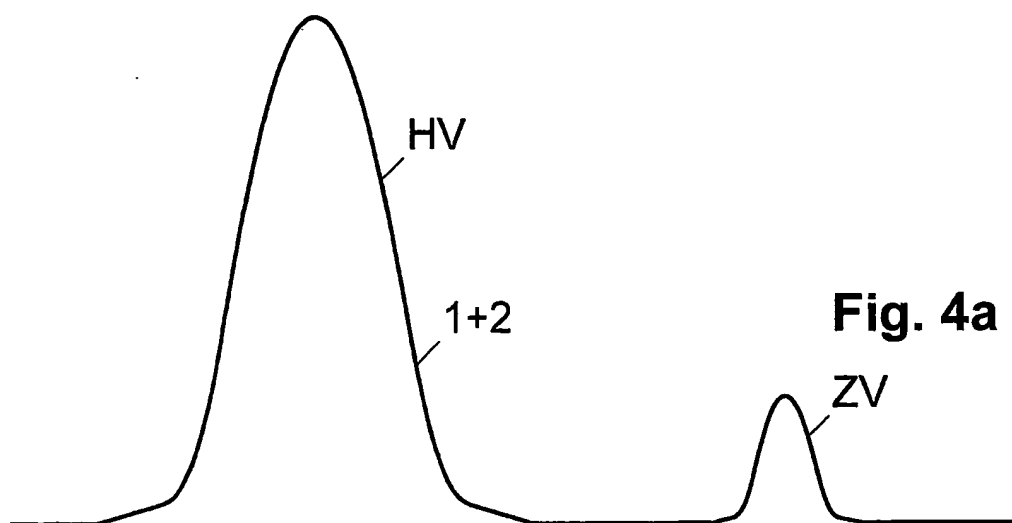
Fig. 1







4/8



5/8

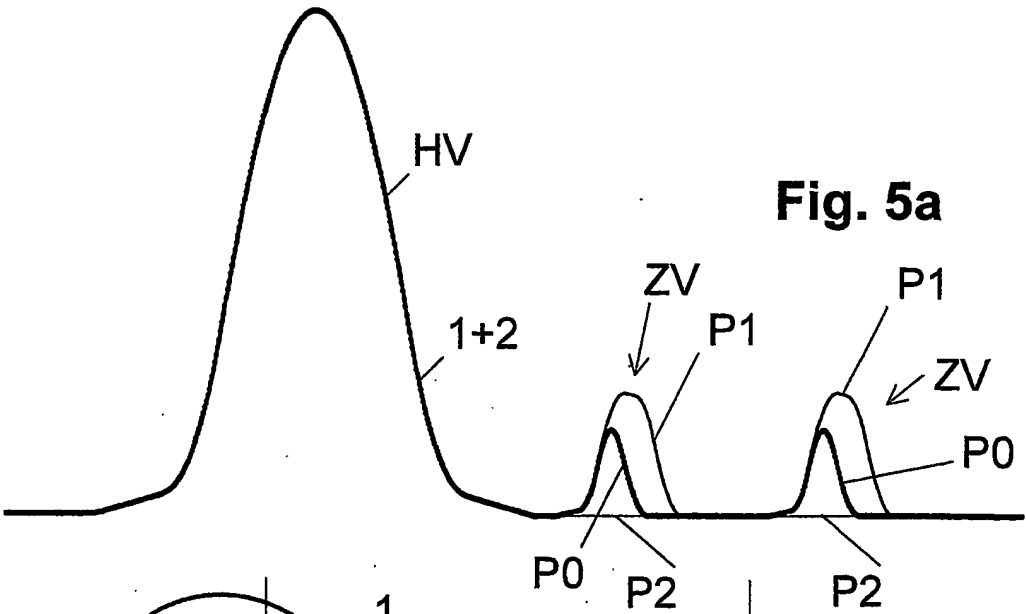


Fig. 5a

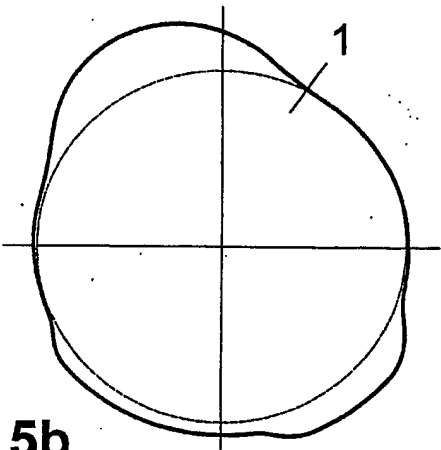


Fig. 5b

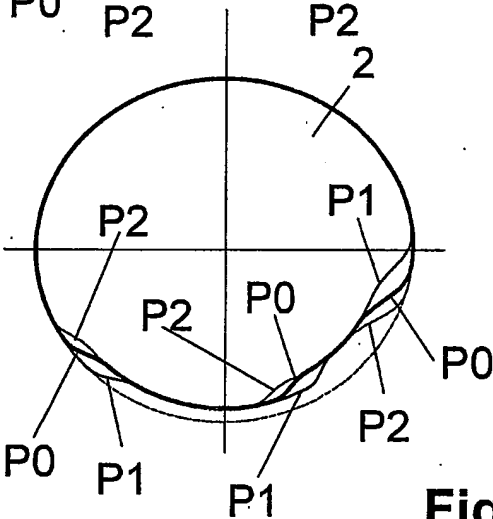


Fig. 5c

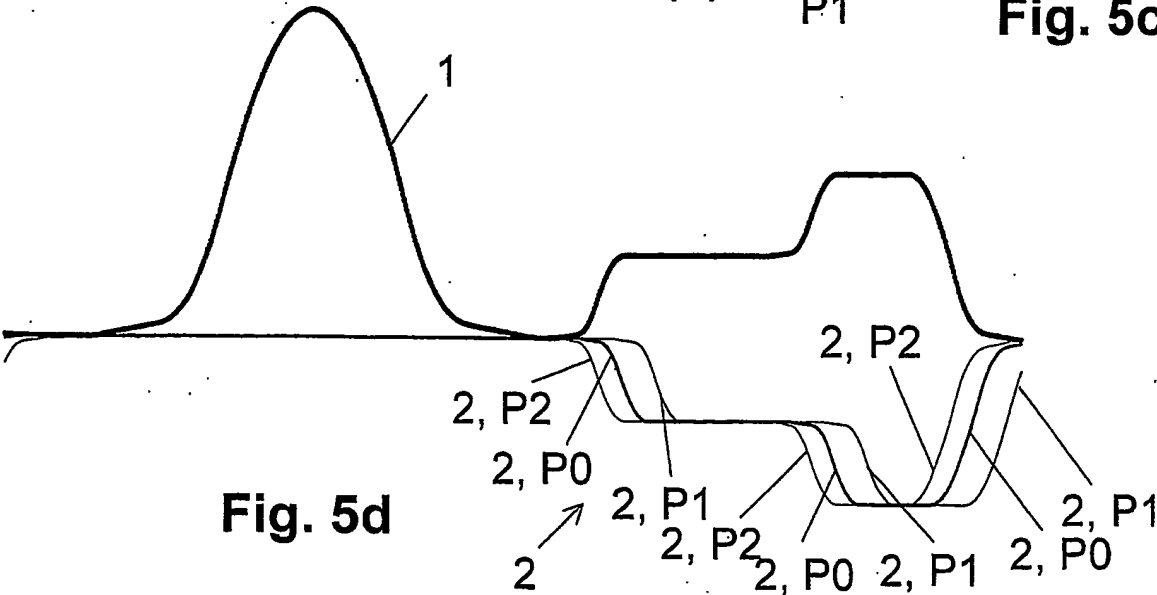
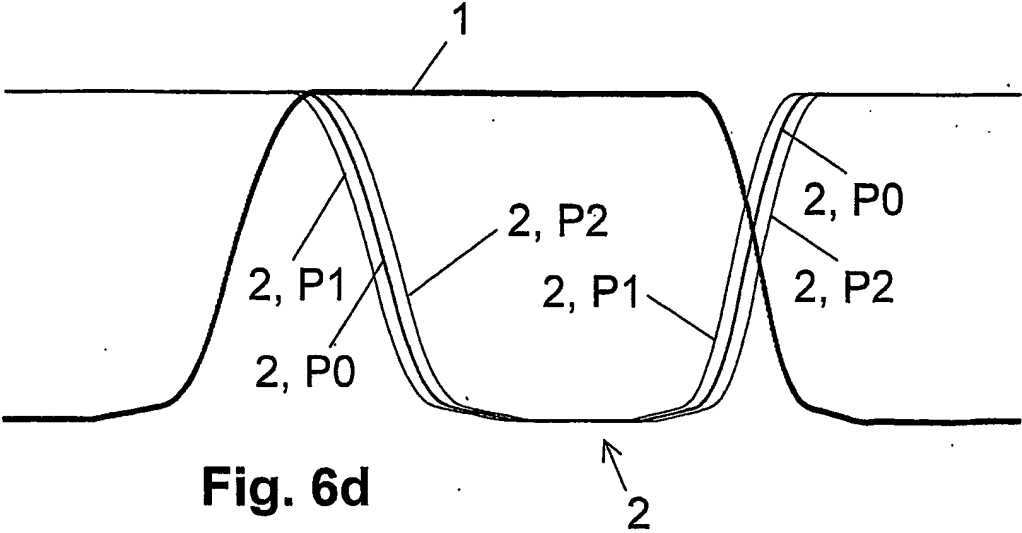
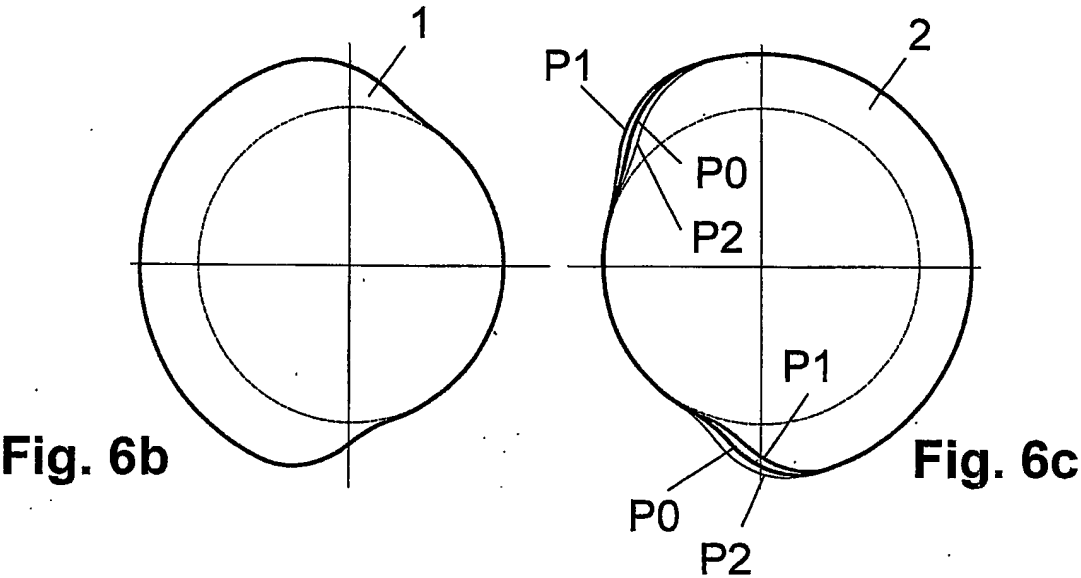
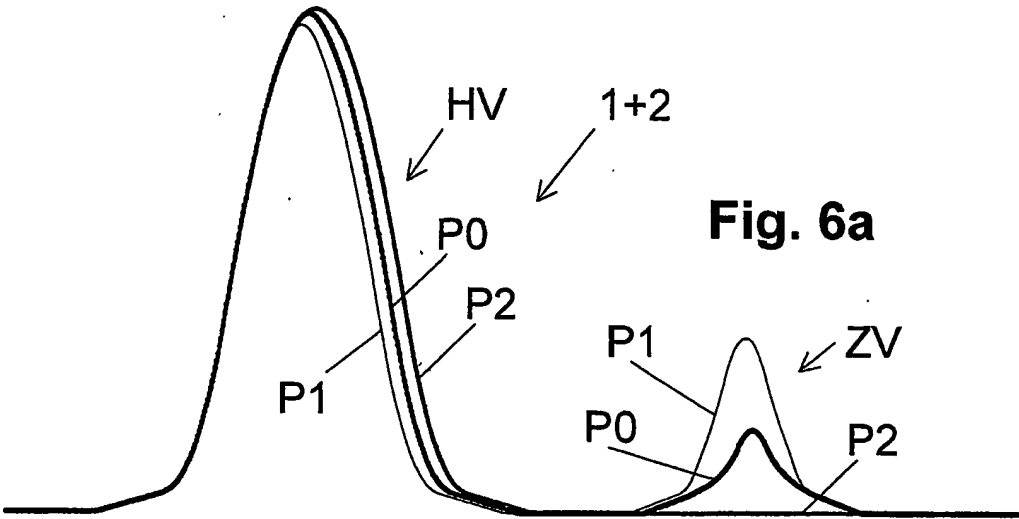
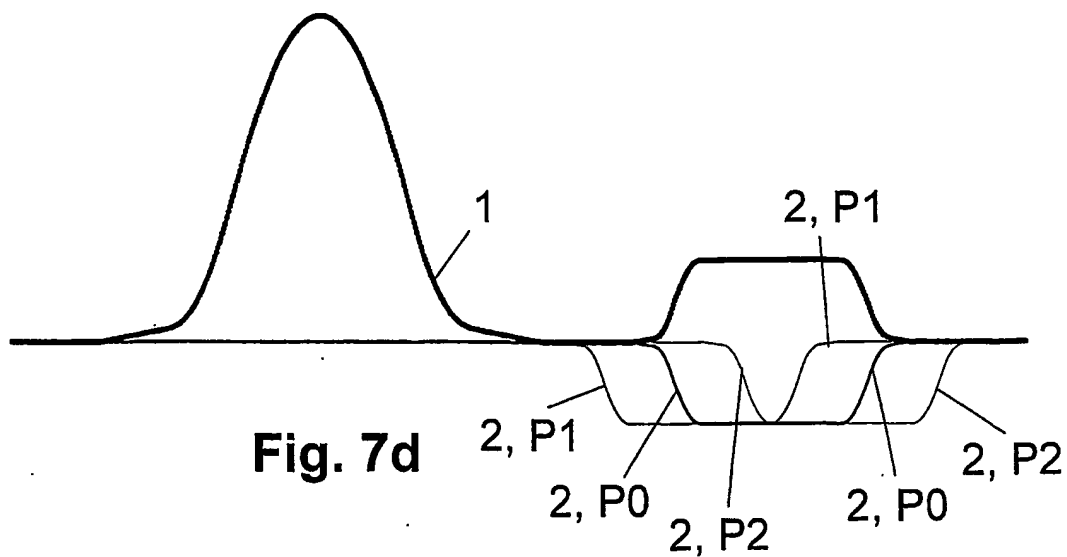
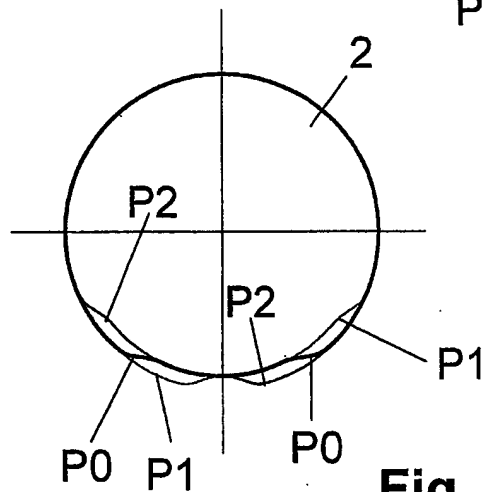
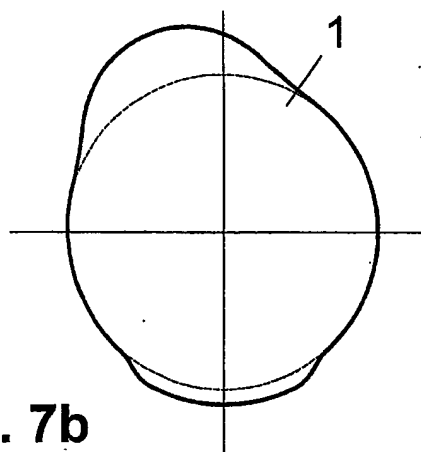
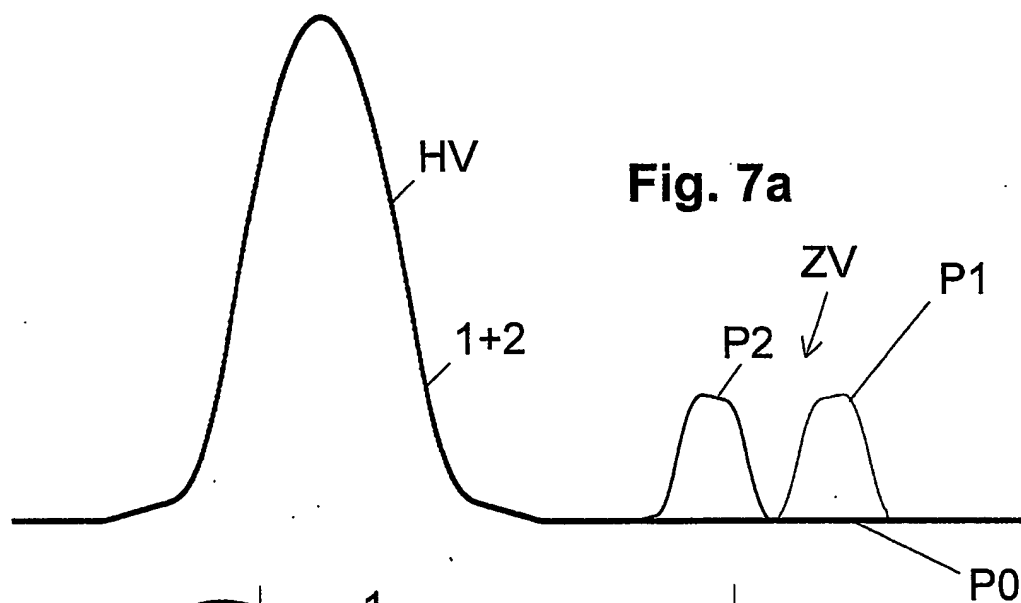


Fig. 5d

6/8



7/8



8/8

